

Papp Katalin – Nagy Anett*Kísérleti Fizikai Tanszék, Fizikus Tanszékcsoport, TTK, SZTE***Public Relation és a fizikatanítás**

„Az iskola arra való, hogy az ember megtanuljon tanulni, hogy felébredjen tudásvágya, megismerje a jól végzett munka örömet, megízlelje az alkotás izgalmát, megtanulja szeretni, amit csinál, és megtalálja azt a munkát, amit szeretni fog.”

(Szent-Györgyi Albert)

Tanulmányunkban azokat az általunk kifejlesztett, kipróbált lehetőségeket, konkrét stratégiákat mutatjuk be, amelyek a természettudományos ismeretek társadalmi megítélését, a fiatalok természettudományos attitűdjét reményeink szerint kedvezően befolyásolják. Meggyőződésünk, hogy a hasznosítható természettudományos tudás, a mindenki számára szükséges releváns természettudományos műveltség iskolán belüli terepe mellett fokozott figyelmet kell fordítani az iskolán kívüli környezetre („outdoors science”) is.

OK! Megtanulom a fizikát, de mit kapok érte? – teszi fel a kérdést egy 14 éves diák. – Gyerekem, bár tudom, hogy szereted a fizikát, mégis inkább válaszd a közgazdász pályát, a mai világban többre mégy vele! – mondja a szülő a pályaválasztás előtt álló fiatalnak. – Miért ne hagyjam, hogy süsse a Nap? – kérdezi a bankkártyáját, mobiltelefonját virtuóz módon használó fiatal.

Sorolhatnánk tovább azokat a naponta elhangzó kijelentéseket, amelyek a természettudományos tantárgyak kedvezőtlen tanulói megítélését, a fiatalok természettudományos pályáktól való elfordulását, a természettudományos tudásszint csökkenését illusztrálják. A kilencvenes években fölerősödött kedvezőtlen tendencia kutatása, az összetett jelenséget befolyásoló tényezők hatását vizsgáló kutatások eredményei a nemzetközi és hazai tantárgypedagógiai szakirodalomban nagy számban megtalálhatók.

Fejlesztéseinknél kiindulási elvként használtuk föl az átalakuló természettudományos nevelés főbb ismérveit. Megváltozott a természettudományos tanítás filozófiája, szemlélete, amely szerint az iskolai természettudományos oktatás célja (az elitképzést leszámítva) nem az, hogy valamennyi tantárgy esetén tudományos alapképzést adjon, hanem az, hogy a hétköznapi életben biztonsággal eligazodó, kompetens személyiségeket képezzen, és ehhez használható ismereteket nyújtson. Az iskolából kikerülő fiatalokkal szemben ma már nem az az elvárás, hogy az iskolában szerzett szakmai és elméleti tudásuk alapján a (lehetőleg az első és egyetlen) munkahelyükön minél tovább helyt álljanak, hanem az, hogy a naponta megújuló feladatok megoldására képesek legyenek ismereteiket rendszeresen felfrissíteni, magukat az életük során akár többször is, többféle munkakör ellátására átképezni. Az oktatásnak, így a természettudományos oktatásnak is fel kell készítenie a tanulókat arra, hogy egész életükön át képesek legyenek valamennyi új technikai és tudományos kihívással szembenézni. *Marx György* szerint „ezt egyetlen más tantárgy sem vállalhatja fel, a természettudománynak tehát kiemelten fontos alaptantárgynak kell lennie. A legfőbb cél az, hogy a saját világában eligazodó, azt összetettségében

értő, s egyben kritikusan szemlélő, felelősen gondolkodó és döntő felnőtteket neveljünk.”. (Marx)

Célkitűzéseink szerint kutatásunkban tudatosan összekapcsoltuk a tananyagot a mindennapos tárgyakkal, jelenségekkel. Ez a természettudományos tanításban triviálisnak tűnő módszer alkalmazása segíthet abban, hogy megszűnjön a szakadék az iskolában megszerzett tudás és a tanulók iskolán kívüli mindennapos tapasztalatai között, amelyet a szakirodalomban többen is megfogalmaztak:

– „az ismeretek csak iskola szituációban működnek, a tudás a mindennapokban nem használható” (*Radnóti*);

– „a tudományos ismeretek gyakorlati alkalmazása nem hatékony” (*B. Németh*);

– „az iskolai tananyag elszakad a tanulók számára ismert és közvetlenül megtapasztalható jelenségektől” (*Korom*).

További jellemzők, hogy a stratégiák kiemelten támaszkodnak a tanulók aktivitására (egyéni és csoportos egyaránt) és iskolán kívüli (kültéri, „outdoors”) környezetben valósulnak meg. Fejlesztéseinket, amelyekből az alábbiakban jellegzetes példákat válogattunk, csoportokba sorolhatjuk.

Irányított tanulói megfigyelés

Természeti, technikai környezetünk tele van olyan jelenségekkel, gyakorlati alkalmazásokkal, amelyekre ráirányítva a tanulók figyelmét kirándulásokon, vagy akár múzeumi-, vagy tárlat-látogatáson, jó alkalom adódik a fizikai ismeretek közvetlen megtapasztalására. Például a hőtan tanításánál, a hőtágulás törvényének megfigyeléséhez jó alkalmat kínálnak a vasúti sínek, a lazán rögzített elektromos vezetékek, a hidak felfüggesztésének, a távfűtés csöveinek speciális formájú elrendezései.



1–4. ábra

Például egy tárlat-látogatáson a képzőművészeti alkotások megtekintése mellett az igényes kivitelű csillár szépen csiszolt függelékei a fénytörés jelenségének közvetlen megtapasztalását segíthetik.



5–8. ábra

Mérések terepen

A fizikai mennyiségek mérése, a fizika mérőtudomány jellegének bemutatása nemcsak az iskolai előadóteremben lehetséges. Például a sebesség fogalmának kialakításához, méréséhez ad segítséget az alábbiakban részletezett egyszerű „utcai” sebességmérés.

Sebességmérés terepen

A tanulók feladata: az utcai járműforgalom átlagos sebességének meghatározása egy kijelölt útszakaszon.

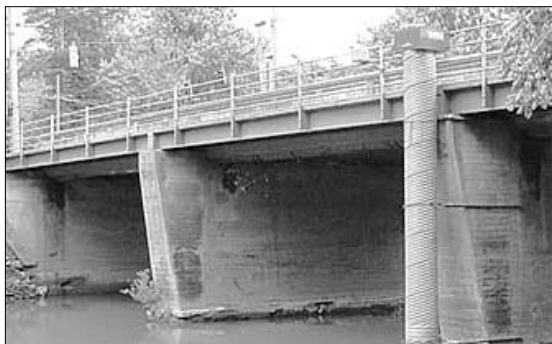
A vizsgálat célja annak megállapítása, hogy a két egymás mellett található iskola előtti egyenes útszakaszon (~200m) közlekedő autók betartják-e az előírt sebességkorlátozást.



9–10. ábra

A csoportokban szerveződött diákok biciklikerek, jelzőszámlók, stopper segítségével mérik az autók sebességét. A mérés eredménye: az átlagos sebesség 56km/h. Közösen levetel fogalmaztak meg a Rendőr Főkapitányság Közlekedésselügyeleti Osztályának, és kérték a gyerek-forgalomra figyelmeztető tábla kihelyezését.

A szabadesésre vonatkozó formulák alkalmazására mutathatunk példát egy híd vagy egy fa magasságának leméréseivel, az itt nem részletezett ejtési, illetve hajítási kísérletekkel.



11–12. ábra

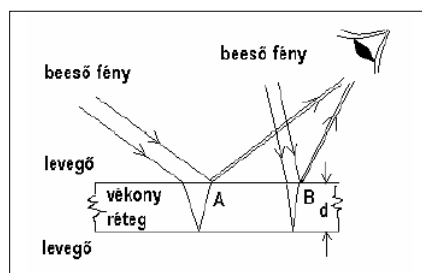
Próbáld ki, mérd meg otthon!

Interferencia vékony rétegen („Körömlakk-szivárvány”)

Egy edénybe öntsünk vizet, és az aljára fektessünk egy fekete kartonlapot. Cseppentsünk egy nagyobb csepp színtelen körömlakkot (köröm-erősítőt) a vízbe, a víz felszínéhez nagyon közelről. Ez a csepp vékony, kör alakú bevonatot képez majd a víz felszínén, ami néhány perc várakozás után a szélekről kiindulva megszárad. Ekkor óvatosan emeljük ki a kartonlapot ügyelve arra, hogy a vékony körömlakkréteg a papírra ragadjon és rajta is maradjon. Hagyjuk megszáradni az átázott papírt (például újságpapíron). Szébbnél szebb, a szivárvány színeiben pompázó lakk-réteget kapunk.



13. ábra



14. ábra

A jelenség a fény interferenciájának eredménye. Tekintsünk egy fénytörő vékony réteget. A ráeső fény mind a felső, mind az alsó felületről visszaverődhet. Az ábra a két helyről visszaverődő fehér fény sugármeneteit mutatja. A visszavert fénysugarak mindkét helyről a megfigyelő szemébe jutnak, és interferálnak egymással. Bizonyos hullámhosszokra az erősítés, másokra a gyengítés feltétele teljesül. Példaként foglalkozunk azzal az esettel, amikor a vörös fény teljesen kioltódik. Ekkor a megfigyelő túlnyomóan kék-zöld színű hullámok visszaverődését fogja látni azon a helyen. Másrészt,

ha a B pontban az útkülönbség rövidebb, a megfigyelő túlnyomó részben a vörös fényt

visszaverődését látja. Így a szivárvány minden színe megjelenhet a vékony réteg különböző részeiről visszaverődve. Ahol azonban a hártya vékonyabb a látható fény hullámhosszánál, a rétegről egyáltalán nem verődik vissza fény, láthatatlanná válik. Ennek oka az, hogy az első és hátsó felületekről visszaverődő fény kioltja egymást, mert a nagyobb törésmutatójú közeg határáról történő visszaverődés során a fázis 180 fokkal ugrik, míg a kisebb törésmutatójú közeg határáról történő visszaverődés során fázisugrás nem lép fel. A megszáradt körömlakk-réteg nem egyforma vastagságú a víz felszínén. A réteg a szélén elvékonyodik, míg a belsejében egyre vastagabb. A körömlakk-réteg törésmutatója pedig függ a ráeső fény hullámhosszától. A megszáradt körömlakk törésmutatója 1,42 körüli érték.

Buborék mozgásának vizsgálata

Az egyszerű eszközökkel végzett kísérletek az iskolán kívül is segíthetnek a fizika népszerűsítésében. Ezt már sokan és régen felismerték, amire jó példa lehet a következő kísérlet, amely egy 1893-ban kiadott könyvből származik (*Good*). A kor hangulatát és beszédstílusát felelevenítve eredeti szövegével is bemutatható és magyarázható a kísérlet.



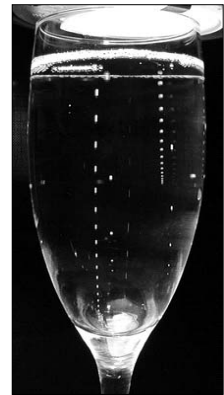
15. ábra

tudniillik a pohárban levő pezsgőből a szénsav mind el nem szállt.” A pezsgőben fel-le mozgó szőlőszem egy léchez köthető, melynek másik végére kis tárgyak helyezhetők

„Vidám lakoma végén, mikor a pezsgős palacskok szaporán ürülnek és szítják a jókedvet, ajánlkozzál, hogy fölidézed a társaság megrettentésére magát a Sátánt, mégpedig anélkül, hogy a közép-korban dívott hókuszpókuszhoz folyamodnál. A csemegés tálból keress ki egy nagyobb szem jó száraz malaga-szőlőt, tölts egy poharat tele pezsgővel és ejtsd bele a malaga-szőlő szemet. Csakhamar megindul a produkció. A pezsgőborból kifejlődő szénsav apró buborékokban lepi el a szőlőszemet s olyan hatással van rá, mintha valamely tárgyat léggömbök emelnének föl. Néhány másodperc alatt a szénsav-buborékok fölemelik a szőlőszemet a pohár felszínére. A szőlőszemről azonban, mihelyt a pohár felszínére ér, elillannak a szénsavbuborékok, a szőlőszem visszanyeri súlyát és lemerül a pohár fenekére. A pohár mélyén a szénsav-buborékok aztán újra megkönnyítik a szőlőszemet, az újra felemelkedik, aztán megint lemerül s ez a hintázás eltart vagy tíz percig, amíg

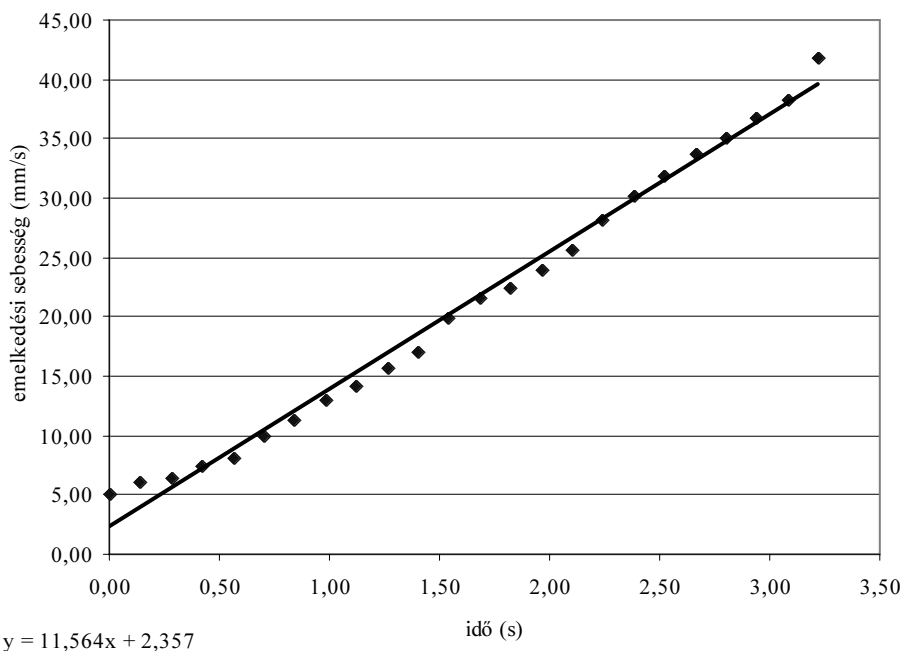
Ez a látszólag egyszerű jelenség számos kérdést vet fel. Mitől „pezseg” a pezsgő? Mitől alakulnak ki a buborékok a pezsgőben és miért alkotnak hosszú láncot miközben a felszínre jönnek? Milyen törvények írják le a buborékok mozgását?

Az első kérdésre az a válasz, hogy a pezsgő oldott szén-dioxidot tartalmaz, még hozzá magasabb koncentrációban, mint a folyadék feletti levegő. A gyártás során a 2–5 10^5 Pa nyomáson megtöltik szén-dioxiddal az üveget, majd beletöltik a folyadékot (pezsgő, ásványvíz, üdítő). A gázok oldódási képessége növekszik a felette levő gáz nyomásának növelésével. A zárt, feltöltött üvegben a folyadék felszíne felett dinamikus egyensúlyi állapot alakul ki a folyadékban oldott és a gáz állapotú CO_2 között. Minél hidegebb az üdítő vagy a sör, annál nagyobb az oldott állapotú CO_2 mennyisége. Amint felnyitjuk az üdítős üveget, az egyensúly felborul és az oldott állapotú gáz buborékok formájában fokozatosan elhagyja a folyadékot.



16. ábra

A problémafelvetés jól illusztrálja, hogy egy hétköznapi jelenség különböző szinten tárgyalható. A kvalitatív leírás mellett digitális fényképezési eljárással igényes mérések végezhetők, amelyekből itt csak egy kiragadott részletet, a buborék mozgásának, felfelé emelkedésének sebességét jellemző grafikont mutatjuk be. (17. ábra)

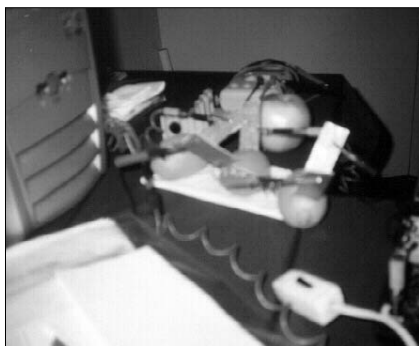


17. ábra. A felemelkedés sebessége az idő függvényében. A gyorsulás értéke $11,564\text{mm/s}^2$

Konstruktív feladatok

A konstruktív feladatok lényege, hogy az adott feladatot a tanulók általában önállóan szerveződő, a feladat jellegéből adódó létszámú csoportokban oldják meg. Az elkészített eszközt működés közben közönség előtt be is mutatják, gyakran verseny keretében, ahol az értékelési szempontok között a kivitel, az esztétikum is szerepet játszik.

Hogyan készítenél galvánelemet gyümölcsből? Rakd sorrendbe a gyümölcsöket az általuk létrehozott elektromotoros erő (feszültség) nagysága alapján!



18. ábra



19. ábra

Készíts vízajtású autót! Törekedj arra, hogy minél kevesebb „üzemanyaggal” minél nagyobb utat tegyen meg!



18. ábra



19. ábra

Készíts gőzhajót, amely a hajótesten képződő vízgőz segítségével minél messzebbre képes eljutni!



20. ábra



21. ábra

A konstrukciós feladatok különleges szakmai és pedagógiai lehetőséget hordoznak. A merev tanítási óra keretein kívüli projekt-szerű tanulói aktivitás, az önálló információgyűjtés (könyvtár, internet-használat), a csapatmunka, a prezentáció olyan képességek és készségek fejlesztéséhez járul hozzá, amelyek a hagyományos oktatási módszerekkel nem valósulhatnak meg.

Az iskolán kívüli kísérletezés, a konstrukciós feladatok hasznosságáról, sikerességéről, képességfejlesztő hatásáról sok tapasztalatot gyűjthettünk hat év alatt a Szegedi Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Tanszéke és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csongrád Megyei Csoportja által szervezett diákversenyeken. A háromfordulós versenyre általános és középiskolás diákok iskolájuktól függetlenül nevezhetnek be. A verseny eltér a „hagyományos” tanulmányi versenyektől, mert a kítűzött feladatok megoldása nem matematikai számolást, hanem inkább kísérletezést, jelenség-értelmezést igényel. A versenynek a Játsszunk Fizikát! nevet adtuk, melyhez minden évben választunk egy híres tudóst, hogy a fizika történetét is népszerűsítsük és saját kutatómunkára ösztönözzük a diákokat. A verseny célja a diákokban rejlő ösztönös kísérletezés iránti vágy felébresztése és ébren tartása, így a kítűzött kísérletek könnyen elvégezhetőek, a tapasztalt jelenségek pedig többé-kevésbé könnyen megmagyarázhatóak. Nem határozzuk meg szigorúan a szükséges eszközöket és a kísérletek körülményeit, így a diákok tudásuknak megfelelően különböző szinteken, különböző pontossággal végezhetik el a feladatokat.

Színi előadások (performance)

A kötetlen, tanítási órától különböző, színpadi környezetben játszódó tudományos, tudománytörténeti témájú bemutatók a külföldi, de újabban a hazai természettudományos tanítás, tudomány-népszerűsítés egyre jobban elterjedő módszerei. A színi előadás szereplői általában diákok, de lehetnek tanárok is, a szerzők is változatosak, a „profí”-k mellett tanári és diákszerzőkkel is találkozhatunk. Tipikus példái a szórakoztató ismeretterjesztésnek, az előadások gyakran kilépnek az iskolai környezetből, így hatásuk a város, a régió kulturális életében is fontos lehet. A leghasznosabb mégis a színdarabot író vagy abban szereplő diákoknak, akik játékos formában foglalkoznak természettudománnyal, nagy tudósok élettörténetével. Az alábbi képek bolgár diákok *„Aliz kvantumországban”*, angol tanárok *„Az ételek fizikája’* és az országjáró soproni diákok *Douglas Adams: „Galaxis útikalauz stoposoknak, avagy az élet, a világmindenség meg minden’* című előadásaiba nyújtanak bepillantást, de a „műfaj” sikeres művelőivel találkozhatunk például Debrecenben és Budapesten is.



22–27. ábra

Értékkörzés, hagyományápolás

A természettudomány, így a fizika történetében is találkozhatunk olyan felfedezésekkel, amelyek híres tudósok nagy horderejű elveket bizonyító, igazoló kísérleteiként váltak ismertté (például *Galilei* ejtési kísérletei, *Torricelli* kísérlete a légnyomás mérésére, a magdeburgi féltekék a légnyomásra és a kölcsönhatás törvényére stb.). Ezek után-építése és megisméltése laikus érdeklődőket is vonzó esemény és jó alkalom a tudomány népszerűsítésére. A Föld tengely körüli forgását igazoló, először 1851-ban a párizsi Pantheonban elvégzett, *Foucault*-féle ingakísérletet több helyen, így a szegedi Dómban is látványos bemutató keretében reprodukálták.



28. ábra



29. ábra

A projektben résztvevő tanulók az inga elkészítésétől (írodalmazás, tervezés, kivitelezés) a bemutatók anyagának összeállításáig és megtartásáig minden fázisban aktívan közreműködtek. A munka során a tanulók a szakmai haszon mellett többek között a forrásanyaggyűjtés, a kommunikáció, a prezentáció területén fejlesztették képességeiket és a sikeres bemutatók során életre szóló, a tudományhoz kapcsolódó élményben részesültek.



30–31. ábra

Nemzetközi aktivitások

A világháló segítségével ma már számos lehetőség adódik a diákok bevonásával különböző földrajzi helyeken egy jelenség megfigyelésére (például Nap-fogyatkozás, Vé-

nusz átvonulás), vagy egy univerzális mennyiség mérésére (Föld átmérő mérése, Nap-állandó mérése) egy adott időben. A legfrissebb ilyen jellegű, a diákokat világszerte aktivizáló megmozdulás *Einstein* halálának 50. évfordulója alkalmából, a 2005 a Fizika Nemzetközi Éve rendezvény keretében meghirdetett „fénystaféta” volt. Nehéz megbecsülni azoknak a tanulóknak a számát, akik a Princetontól 2005. április 18-án induló „fény-továbbításban” részt vettek. A professzionális fényforrások (lézer, katonai reflektorok, autóizzók stb.) mellett az akció sikeréhez szükség volt a diákok zseblámpáira is, akik a felejthetetlen esemény részeseiként iskolán kívül élték át az „einsteini csodákat”. Az alábbiak a szegedi eseményeket illusztrálják (www.fizikaeve.szeged.hu).



32–33. ábra

Ahhoz, hogy a fizika-oktatás, a természettudományos nevelés eredményesebb legyen, tudatos marketing-tevékenységre van szükség. A „termék”, a használható természettudományos tudást „el kell adni”, értékeit bemutatva népszerűsíteni kell nemcsak a diákok körében, iskolán belül a tanár-kollégák között, hanem a szülők, az iskolán kívüli szereplők, a szűkebb és tágabb nem szakmai társadalmi környezetben is. Az előzőekben bemutatott tanulói aktivitások erre igen alkalmasak.

Irodalom

- Csapó B. (1998): Az iskolai tudás felszíni rétegei: mit tükröznek az osztályzatok? In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 39–81.
- Good, A. (1893): *Tom Tit második száz legújabb kísérlete*. Atheneum, Budapest.
- Józsa K. (1999): Mi alakítja az értékelésünket fizikából? *Iskolakultúra*, 10. 72–80.
- Papp K. – Farkas Zs. – Virág, K. – Tóth, K. (2003): Új időszámítás a természettudományos nevelésben. *Fizikai Szemle*, 53. 1. 20–24.
- Papp K. – Nagy A. (2000): *Kísérletes verseny fizikából: Játsszunk fizikát – Jedlik nyomában*. A fizika tanítása. Mozaik Kiadó, 4. 11–13.
- Papp K. – Nagy A. (2002): *Simonyi Károlyra emlékeztünk Szegeden*. *Természet Világa*, 11. 175–176.
- Papp K. (2001): Ami a számszerű eredmények mögött van... *Fizikai szemle*, 1.
- Radnóti K. (2003): A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai egy vizsgálat tükrében. *Fizikai Szemle*, 5. 170.
- Vári P. – Krolopp J. (1997): Egy nemzetközi felmérés főbb eredményei. *Új pedagógiai Szemle*, 4.
- Vári P. (2005): *Gyorsjelentés a PISA 2003 összehasonlító tanulói teljesítménymérés nemzetközi eredményeiről*. *Új Pedagógiai Szemle*, 1.
- Woolnough, B. E. (1994): Why students choose physics, or reject it? *Physics Education*, 29, 368–374.